

Uso de traductores automáticos de voz para la traducción simultánea

Nombre: Samantha Vásquez Larreta

Línea de investigación: Tecnologías de la Traducción

Tutor(a): Felipe Sánchez Martínez

Fecha: 27/07/2019

Trabajo de Fin de Grado en Traducción e Interpretación

Uso de traductores automáticos de voz para la traducción simultánea

Samantha Vásquez Larreta

RESUMEN

El presente trabajo se propone estudiar el funcionamiento de los traductores automáticos de voz —tanto los que emplean sistemas de reconocimiento del habla y después traducen como aquellos que traducen directamente la voz— y su aplicabilidad para la traducción simultánea en un entorno controlado. Para esto se revisarán los sistemas actualmente disponibles en el mercado y se evaluará al menos uno de ellos en una situación comunicativa concreta.

ABSTRACT

This project aims at studying the functioning of automatic voice translators - those that use speech recognition systems and then translate as well as those that directly translate the voice- and their applicability for simultaneous translation in a controlled environment. For this purpose, the systems currently available on the market will be reviewed and at least one of them will be evaluated in a specific communicative situation.

Palabras clave: interpretación, reconocimiento voz, traducción simultánea, traducción automática

Keywords: Interpretation, Speech Recognition, Simultaneous Translation, Machine Translation

ÍNDICE

1.	Introducción.....	4
1.1	Objetivos e hipótesis	5
2.	Estado de la cuestión	5
2.2	Antecedentes	12
3.1	Estrategia general de observación	18
3.2	Resultados	20
3.3	Discusión de los resultados	26
4.	Conclusiones	28
5.	Bibliografía.....	30

1. Introducción

La interpretación trata de traducir oralmente aquello que se escucha en un idioma a otro distinto. Hay dos tipos, la interpretación simultánea y la consecutiva. La consecutiva es la que se realiza cuando un orador termina de dar un discurso, el intérprete, que ha escuchado dicho discurso, mediante la toma de notas tendrá que interpretarlo a la lengua meta. La interpretación simultánea es la que se realiza en tiempo real de manera paralela, es decir que mientras el hablante enuncia su discurso en lengua B, el intérprete a su vez lo traduce a la lengua A. Requiere tener un dominio de las lenguas A y B.

Sin duda alguna, la más complicada bajo mi punto de vista es la interpretación simultánea, ya que se debe compaginar oídos, pensamiento y habla en pocos segundos. La interpretación simultánea surgió por mera necesidad: el final de la Segunda Guerra mundial y la derrota de los nazis, derivaron en numerosos juicios (Los Juicios de Nuremberg) a aquellos que aún seguían vivos en 1945 (Ubiquis, 2017). Pese a que la interpretación consecutiva ya existía y se realizaba con frecuencia, aplicarla a todos y cada uno de los juicios era tan tedioso como lento. Era imprescindible saber qué se decía en ese preciso momento, de ahí la necesidad de la interpretación simultánea.

Para interpretar simultáneamente se necesitan algunos elementos: Alguien que hable la lengua A, alguien que hable la lengua B, y alguien que hable las lenguas A y B. A este último no le basta con hablar ambas lenguas, tiene que dominarlas, tiene que ser capaz de reformular las oraciones para que tengan sentido, adecuándolas según la situación en la que se encuentre y respetando siempre el mensaje original. Ahora bien, supongamos que nos vamos de viaje a un país en el que se habla un idioma que desconocemos y no disponemos de los servicios de un intérprete. Necesitamos conocimientos lingüísticos mínimos para ser capaces de solucionar los problemas que puedan surgir, y afortunadamente, ahora hay un nue-

vo instrumento capaz de realizar la traducción simultánea automáticamente: los traductores automáticos de voz. Y son precisamente estos dispositivos tan recientes los que vamos a estudiar en este trabajo de fin de grado. Este proyecto estudia el funcionamiento de estos: revisaremos y recopilaremos las aplicaciones que hay disponibles en el mercado, evaluaremos la utilidad de dichos dispositivos mediante cuestionarios, evaluaremos al menos una de las aplicaciones en una situación comunicativa concreta y finalmente interpretaremos todos los datos obtenidos y a partir de ellos, sacaremos conclusiones.

1.1 Objetivos e hipótesis

Gracias a los avances tecnológicos, un sistema informático que aplica técnicas de inteligencia artificial (IA) puede traducir e interpretar literalmente un mensaje en un idioma a otro con resultados que aparentemente son buenos, pero ¿qué ocurre si el mensaje tiene un contenido cuyo significado es ambiguo? ¿sería capaz de transmitir el mensaje con el significado real del mismo en la lengua destino?

Pese a la atracción que generan estas novedades tecnológicas, encuentro necesario realizar un estudio de estas, porque, aunque ya está demostrado que es posible traducir correctamente palabras, frases o párrafos con la sintaxis adecuada, no significa que siempre se traduzca o interprete adecuadamente. Para comprobar la eficacia y eficiencia de las traducciones e interpretaciones realizadas automáticamente, he desarrollado una metodología de evaluación que permite evaluar una aplicación para smartphones en una situación comunicativa concreta, y a partir de ahí interpretar los datos obtenidos, evaluando la velocidad, la veracidad y el correcto reconocimiento de voz para finalmente resumirlos en las conclusiones.

2. Estado de la cuestión

El presente trabajo estudia la traducción de la voz en un idioma y la reproducción de esta en otro idioma, de manera totalmente automática y sin ningún tipo de intervención humana. Hay dos aproximaciones para realizar esta tarea, la clásica

ca que divide el problema en tres (reconocimiento del habla, traducción automática y generación del habla) y la que aborda el problema como un todo, es decir que traduce directamente de voz a voz.

En la traducción de voz clásica o en cascada, se distinguen tres fases: el **reconocimiento automático de voz** o **RAV**, se produce en cuanto el sistema decodifica la voz de origen y la convierte a texto, la traducción automática o **TA**, que traduce el texto de la lengua origen a la lengua meta y la **creación de voz a través del ordenador** o **CVO**. Una definición aproximada de en qué consiste la conversión de texto a voz sería la creación por medios automáticos de una voz artificial que sea capaz de emitir e imitar el sonido de una persona que lee un texto en voz alta. Este proceso se divide en tres partes: en primer lugar, se **procesa el texto**, después se **genera la prosodia** y finalmente se **crea la voz sintética**. En la figura 1 se ve reflejado todo lo mencionado anteriormente. Algunas características del modelo de traducción clásica son (Casacuberta, 2004):

- Aplicación en dominios restringidos
- Interacciones limitadas a pregunta-respuesta
- Accesibles a través de teléfonos móviles convencionales o inteligentes, ordenadores de mesa y tabletas
- Multimodalidad
- Las técnicas de traducción están adaptadas especialmente para la lengua oral
- Aproximaciones estadísticas basadas en el uso de corpus.
- Requiere corpus grandes y costosos para entrenar al sistema

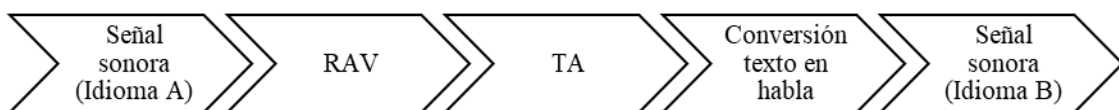


Figura 1 Proceso de traducción de los sistemas clásicos

También hay sistemas que traducen directamente de voz a voz, como por ejemplo el sistema Translatotron creado por Google. Aunque aún está en desarrollo, este sistema puede ser incluso más efectivo que los modelos de traducción clásica. Translatotron se basa en una red neuronal para el procesamiento de secuencias que toma los espectrogramas fuente como entrada y genera espectrogramas del contenido traducido en el idioma de destino. Además, utiliza otros dos componentes: un vocoder neuronal (convierte los espectrogramas de salida en

formas de ondas de dominio temporal) y un codificador de altavoces que se utiliza para mantener la voz del hablante origen en el discurso traducido sintetizado (Jia & Weiss, 2019). En la figura 2 se muestra un esquema del funcionamiento del sistema Translatotron. Algunas características de este sistema es que es capaz de evitar ciertos errores de composición de las frases y se maneja mejor con las palabras que no requieren traducción, como por ejemplo los nombres propios.

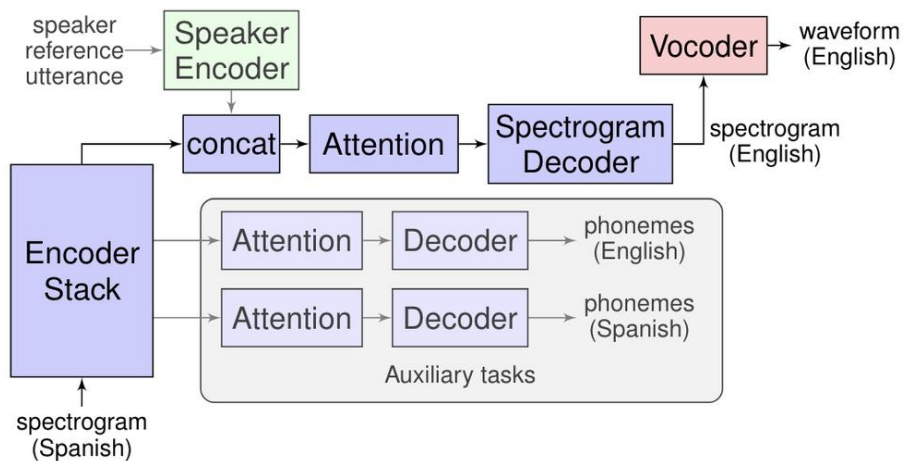


Figura 2: Esquema de funcionamiento de Translatotron, vía Google, 2019

Por otro lado, Microsoft utiliza el traductor de texto de Microsoft Translator como base para Skype Translator que está disponible desde principios de 2016. Para traducir correctamente el discurso origen de un idioma a otro idioma destino, el sistema pasa por un proceso de cuatro pasos (Microsoft, 2019) que detallaré a continuación y que también podemos ver en la figura 3.

- (1) Reconocimiento de voz, convertir audio en texto, utilizando una red neuronal entrenada sobre horas de audios de conversaciones entre humanos.
- (2) TrueText: una tecnología de Microsoft que normaliza el texto para que sea más apropiado para la traducción.
- (3) Traducción; uso del traductor automático Microsoft Translator, el cual se basa en redes neuronales para todos los idiomas soportados por voz

(4) Texto a voz, utilizando síntesis del discurso.

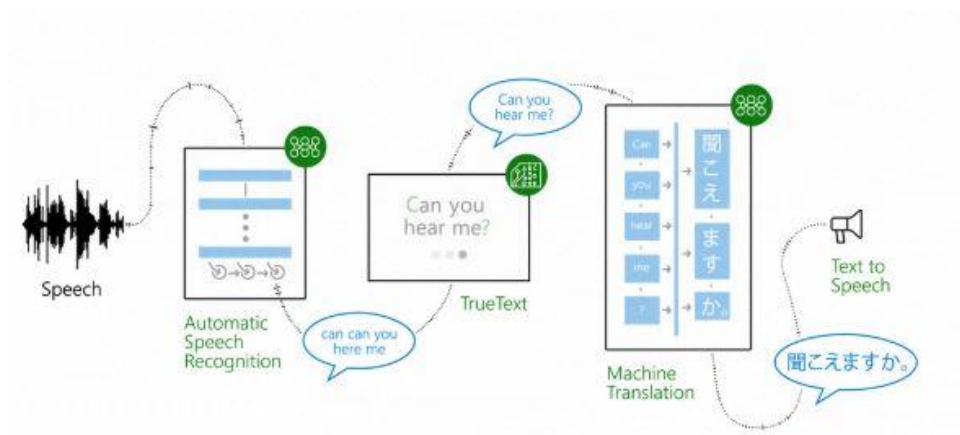


Figura 3 Esquema de funcionamiento de Microsoft Translator, vía Microsoft, 2019

Una vez definidas ambas aproximaciones a la traducción de voz, me centraré en los sistemas de TA, más concretamente en los basados en corpus, ya que el objeto de estudio de este trabajo de fin de grado es una aplicación para el teléfono móvil que se basa en corpus para realizar las traducciones.

TA basada en corpus

La TA basada en corpus se basa en el aprendizaje automático a partir de grandes colecciones de textos paralelos (textos en lengua original con su respectiva traducción). Los métodos son esencialmente dos: **estadísticos** y **neuronales**.

La TA estadística, inventada por un grupo de investigadores de IBM, utiliza modelos de traducción cuyos parámetros provienen del análisis de corpus monolingües y bilingües. La creación de TA estadística es sencilla, pero la tecnología depende de los corpus multilingües ya existentes, ya que, por ejemplo, se necesita más de dos millones de palabras para un dominio específico, por lo tanto se necesitan muchas más para un idioma en sí. El problema es que estos corpus multilingües tan grandes no son fáciles de conseguir. Algunos ejemplos de corpus multilingües son las actas del parlamento europeo, que están traducidas en todos los idiomas oficiales de la UE. Los sistemas de TA estadística genera todas las

traducciones posibles y utilizan modelos estadísticos para clasificarlas y escoger la mejor de todas. Para clasificar las traducciones se utilizan principalmente dos modelos: el modelo de traducción y el modelo de la lengua meta. Ambas definiciones las encontramos en el Manual de informática y de tecnologías para la traducción:

El **modelo de traducción** se aprende a partir de un corpus paralelo con las oraciones ya alineadas (...) para después estimar el modelo de traducción a partir de estos alineamientos. (Forcada, Sánchez Martínez & Pérez Ortiz 2017)

Un **modelo de lengua** es un modelo probabilístico que sirve para medir la verosimilitud de una oración o texto en LM; es decir, su fluidez o gramaticalidad. Estos modelos se aprenden de forma automática a partir de un corpus de texto en LM y se basan en contar la frecuencia de segmentos de longitud fija, normalmente segmentos de hasta cinco palabras, para evitar asignar una verosimilitud nula a oraciones que, a pesar de que son correctas, no aparecen en los corpus de entrenamiento. (Forcada, Sánchez Martínez & Pérez Ortiz 2017).

Además, se utilizan otro tipo de modelos de traducción, por ejemplo el modelo de reordenamiento léxico, la ponderación léxica, el número total de palabras de la oración, y el número de segmentos.

TA neuronal

La traducción automática neuronal también está basada en corpus (y requiere de más cantidad de este) pero ofrece mejores resultados que la TA estadística (Casacuberta Nolla, Peris Abril, 2017). Representa las palabras y las frases de forma numérica, lo cual permite el uso de técnicas de aprendizaje automático como las redes neuronales. Las redes neuronales imitan el funcionamiento del cerebro de los seres vivos: son neuronas conectadas entre sí que trabajan en conjunto. A medida que van realizando tareas y adquiriendo experiencia, refuerzan ciertas conexiones y así aprende.

Dificultades de la TA

Cabe mencionar que no es lo mismo traducir un texto escrito que uno generado por el reconocimiento de voz. Los textos escritos tienen marcas gramaticales bien diferenciadas, por ejemplo, con comas, puntos, separaciones o guiones, etc. facilitando la traducción, ya que no hay necesidad de segmentar ni analizar el idioma origen porque básicamente ya viene delimitado. El habla por su parte está orientada al diálogo, por lo tanto factores como las repeticiones y borrado, factores

relacionados con el hablante (sexo, situación geográfica, situación social), y factores ambientales (sonidos no deseados que interfieren en la señal, también conocidos como ruido) le influyen a la hora de reconocer la voz. Sin embargo, para este último problema, el ruido, se utilizan técnicas de identificación de ruidos, filtrado, etc. para solventarlos.

Todos estos factores suponen un problema a la hora de realizar la TA ya que, por lo general, los sistemas de TA basada en corpus se entrenan con textos “normales” (como he explicado anteriormente, son textos delimitados gramaticalmente hablando), y una conversación o un diálogo, si se transcribe, distaría mucho de ser un texto normal. Los problemas del habla espontánea afectan directamente a la fluidez del discurso del hablante. Pueden ser pausas llenas (elementos vocales no léxicos) alargamientos vocálicos y consonánticos, repeticiones, palabras truncadas, falsos principios, interrupciones y reformulaciones, frases inacabadas y variaciones en la velocidad.

Proyectos relacionados

Dada la gran innovación y al avance continuo de las nuevas tecnologías, a lo largo de la historia se han realizado proyectos importantes relacionados con la traducción voz a voz. Enumeraré los más relevantes bajo mi punto de vista:

- (1) **JANUS** creado al final de la década de los ochenta y a principios de los noventa, fue desarrollado por los Laboratorios de Sistemas Interactivos de la Carnegie Mellon University y la Universität Karlsruhe, ATR (Japón) y Siemens AG (Alemania). También contribuyeron a la creación de Enthusiast (EE. UU.) y Verbmobil (Alemania). Su utilidad se reducía a dar información y a ayudar a personas que viajaban al extranjero. Traducía de manera oral y escrita accediendo a base de datos de información turística. Era independiente del locutor y el dominio era restringido. Se crearon dos versiones, la portátil y la móvil. Trabajaba con dos idiomas, el inglés y el español. Hacía un seguimiento de la conversación y también presentaba la traducción que realizaba de manera escrita.
- (2) Consorcio para la Investigación Avanzada de la Traducción del Habla (*Consortium for Speech Translation Advanced Research: C-STAR*). Se trata de un sistema independiente del locutor que se creó en 1991, trabajaba con el habla espontánea y su dominio se basaba en el sector turístico.

La figura 4 un esquema de la arquitectura del sistema de traducción automática del habla.

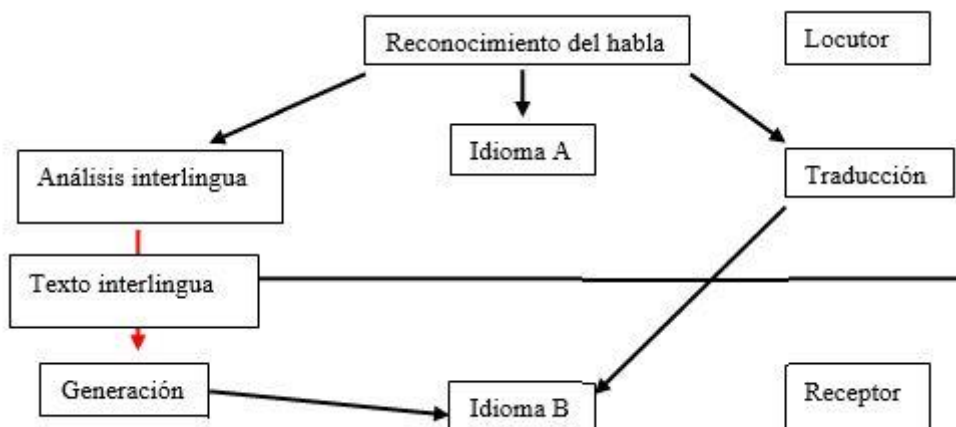


Figura 4 Arquitectura del sistema de traducción automática del habla del consorcio C-STAR

- (3) **Verbmobil**, es un proyecto importante desarrollado en el año 2000 debido al gran número de descubrimientos científicos en las áreas del procesamiento del habla, lenguaje y discurso, traducción de diálogos, generación del lenguaje y síntesis de voz. Es de origen alemán y fue financiado por el *Bundesministeriums für Bildung und Forschung*. Es un sistema de traducción de diálogos espontáneos por teléfono móvil, y su dominio se limita a las citas, viajes y reservas. Los idiomas con los que trabajaba eran el alemán, el inglés y el japonés. Era independiente del locutor y trabajaba de manera bidireccional. Contaba con más de 10 000 palabras y al final de cada uso generaba un resumen de las conversaciones. En la figura 5 se muestra el esquema de funcionamiento de este proyecto.

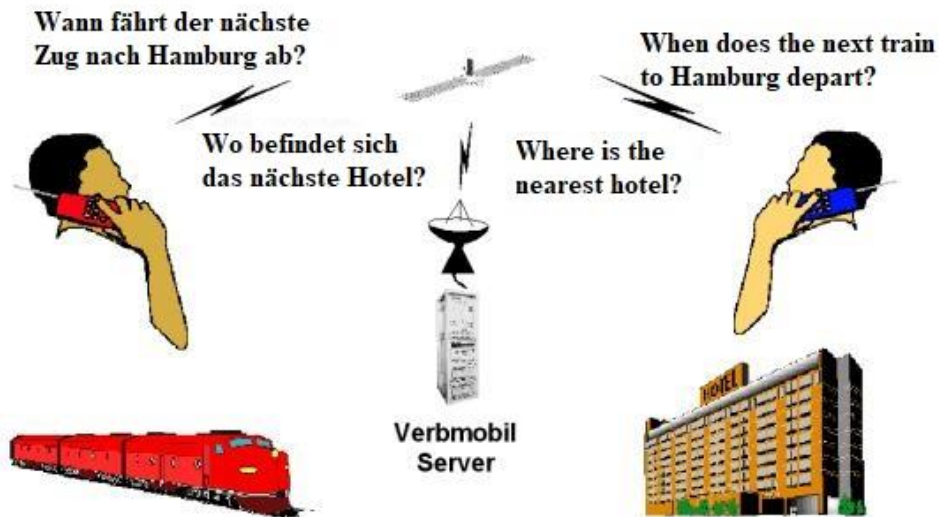


Figura 5 Arquitectura del sistema de traducción automática del habla de Verbmobil

2.2 Antecedentes

De entre todas las aplicaciones móviles capaces de interpretar simultáneamente disponibles en Internet, he realizado un listado con algunas de las más relevantes:

- (1) **Google Translate:** Sin duda es uno de los más utilizados en el mundo entero. Capaz de traducir textos, audios e imágenes, es un sistema multilingüe de traducción automática. Se puede utilizar tanto en la página web oficial como en móviles con sistemas operativos como iOS y Android. Puede traducir una centena de idiomas, pero si hablamos de la traducción de audios, nos quedamos en los 32 idiomas en el modo conversación. Su metodología de traducción se basa en la traducción automática neuronal. A menudo traduce de la lengua A al inglés, y del inglés a la lengua B, lo

cual puede llevar en algunos casos a error. Algunas características de la aplicación Google Translate para móviles son:

- Velocidad: A excepción de los retrasos producidos por la red, el reconocimiento de voz y la traducción se realizan mientras el hablante habla sin necesidad de esperar hasta que termine. Cuando se indica la finalización mediante una pausa lo suficientemente larga – alrededor de medio segundo – se genera la voz que pronuncia en voz alta la traducción instantáneamente.
- Reconocimiento automático del idioma: La aplicación reconoce el idioma hablado e inicia automáticamente el ciclo adecuado de reconocimiento de voz y traducción. Como resultado, una vez que el micrófono se enciende manualmente, la conversación puede seguir adelante sin necesidad de intervenir hasta que la conversación se dé por terminada, en ese caso se debe apagar manualmente. (Sin embargo, si los hablantes se interrumpen o se superponen sus voces, lo más probable es que surjan problemas.)
- Cancelación de ruido
- Servicio sin Internet: Dado que los hablantes, y especialmente los viajeros, a menudo necesitarán traducción de voz cuando se desconectan de Internet, Google ha añadido a su aplicación la opción de descargar un determinado par de idiomas para su uso fuera de cobertura.

(2) **Microsoft Translator:** Ofrecido por Microsoft como su propio nombre indica, es un sistema de traducción automática que se puede utilizar tanto en dispositivos móviles como en tabletas. También ofrece traducción de textos, imágenes y audios. El reconocimiento de voz de este sistema puede reconocer hasta 20 idiomas distintos, entre ellos el español, el inglés, el

chino o el alemán. Cabe destacar que no sólo reconoce el idioma, sino también reconoce la pronunciación, porque recordemos que, por ejemplo, el alemán se pronuncia de un modo en el norte, y de otro en el sur, al igual que el chino. Su metodología de traducción se basa en la TA neuronal.

(3) **Speak & Translate:** Se trata de una aplicación para smartphones que interpreta simultáneamente cualquier tipo de oración. Es capaz de reconocer y traducir un discurso entre los 100 idiomas que soporta. También puede utilizarse sin conexión a Internet, simplemente se deben guardar las frases que se quieran traducir en la opción “destacados” y podrán oírse offline. Tiene una interfaz sencilla y fácil de manejar. Su metodología para traducir se basa en los dos servicios que he mencionado anteriormente: Google y Microsoft.

(4) **Google Translatotron:** Nacido en este mismo año, es la nueva creación de Google. Se trata de un software capaz de traducir la voz humana de un idioma a otro sin la necesidad de pasar de voz a texto y de texto a voz. El funcionamiento de Google Translatotron se resume en un solo proceso: estudia el audio de origen secuencia a secuencia en espectrogramas¹ y genera otros audios con contenido para finalmente traducirlos, lo cual significa una mejora notable de la velocidad, de los errores de composición y de la propia traducción, según Google. Este sistema pretende reproducir la misma voz que el usuario (o similar) ya que codifica las características de la voz para mantener el tono. Este proyecto todavía está en fase de pruebas.

¹ Es una herramienta básica de representación utilizada para analizar las señales de comunicación, eléctricas o cualquier señal audiovisual en su contenido frecuencial. Dicha representación se divide en la dimensión temporal, la dimensión frecuencial y el alcance de la energía de una señal.

- (5) **iTranslate Voice:** Originalmente fue creada para ser usada con iOS, pero actualmente también puede descargarse para Android. Es capaz de reconocer y traducir entre 40 idiomas.
- (6) **Skype Translator:** Creado por Microsoft para Skype, utiliza la tecnología basada en el reconocimiento de voz traduciendo a tiempo real durante las videoconferencias, es decir que basta con realizar una llamada (por Skype por supuesto) y activar la función de traducción en tiempo real, seleccionar el idioma del interlocutor e iniciar la conversación.
- (7) **SayHi translate:** Disponible para iOS y Android, es una aplicación de traducción simultánea capaz de traducir cualquier texto o frase entre los 100 idiomas que soporta. La velocidad de traducción es aceptable, la suficiente como para permitir mantener una conversación más o menos fluida. Hay dos versiones, la versión gratuita (idiomas limitados) y la versión de pago (100 idiomas incluidos dialectos).

También encontramos en el mercado dispositivos específicos para la traducción de voz. Son dispositivos que se han presentado en los últimos dos años en el MWC Barcelona², y debido a su complejidad y al servicio que ofrecen, los precios suelen ser bastante altos. Enumeraré a continuación algunos de estos dispositivos:

- (1) **Pilot**, fabricado por WaverlyLabs. Se trata de auriculares intracanal inalámbricos que reconoce y traduce hasta 15 idiomas y 42 dialectos. In-

² Mobile World Congress o Congreso Mundial de Móviles, como dice su nombre, es un congreso sobre tecnología mundial e investigación y desarrollo que se celebra anualmente en Barcelona desde el 2006 (hasta el 2023) y se centra en el mundo de la telefonía y comunicación móvil. En él, se presentan todos los avances en el sector de las comunicaciones inalámbricas y móviles.

interpreta sobre todo conversaciones. Como los auriculares están conectados directamente al teléfono móvil, permite un acceso rápido al diccionario. Mientras se está llevando a cabo la interpretación, en pantalla aparecen las transcripciones de las traducciones, las cuales se pueden descargar más tarde y guardar el historial de interpretaciones. Pilot captura la voz con un micrófono que está incorporado en los auriculares, convierte la voz en texto y lo sube a la nube de traducción de WaverlyLabs. Dicho texto se descarga automáticamente en el teléfono móvil de dos maneras: muestra el texto en pantalla e interpreta en el auricular con un retardo de unos dos segundos.

- (2) **Travis Touch**, es capaz de reconocer y traducir entre los 100 idiomas que reconoce online y 15 offline. El sistema operativo de Travis está basado en Android y tanto el software como el hardware utilizado es bastante limitado, ya que está programado para poco más que interpretar, lo cual dificulta realizar tareas sencillas como, por ejemplo, conectarse a Internet. La metodología para traducir e interpretar es bidireccional, se activa mediante los botones de la derecha y de la izquierda. Para la traducción en línea, Travis Touch utiliza al menos 16 motores de traducción combinados (Microsoft, Google, IBM³, etc.) más el sistema de inteligencia artificial (IA) que lleva integrado. Para la traducción sin Internet, Travis Touch se limita a traducir literalmente palabra por palabra.

³ International Business Machines Corporation es una multinacional estadounidense de tecnología y consultoría que fabrica y comercializa hardware y software para computadoras, también ofrece servicios de infraestructura, consultoría en el ámbito de la informática, etc.

- (3) **Google Píxel Buds**, son unos auriculares que tienen conectividad inalámbrica y cuentan con la IA de Google Assistant⁴. Interpreta directamente utilizando el altavoz del teléfono móvil y en tiempo real en 40 idiomas.
- (4) **Bragi The Dash Pro**, son unos auriculares compatibles con chatbots⁵ y funciona con una aplicación para el móvil que están disponibles tanto en sistemas operativos como iOS y Android. Este dispositivo cuenta con la tecnología de iTranslate a la hora de traducir los 40 idiomas que es capaz de reconocer.
- (5) **Translate One2One**, se compone de dos unidades fabricadas por la empresa australiana Lingmo International, permiten la interpretación simultánea de hasta 8 idiomas sin depender de Internet ni de la conexión Bluetooth, sólo a través de una tarjeta SIM. Se debe seleccionar el par de lenguas manualmente, luego bastará con que el interlocutor hable en su lengua materna para que el locutor lo entienda en la suya propia. Cuenta con la IA de IBM para potenciar el reconocimiento de voz y de la traducción, lo cual lleva a traducciones de mejor calidad con contexto y detectando cuando sea necesario, el dialecto del usuario.

⁴ El Asistente de Google es un asistente virtual desarrollado con la IA de Google disponible en dispositivos móviles y domésticos inteligentes. Su principal característica es la capacidad de participar en conversaciones bidireccionales.

⁵ Un chatbot es software de inteligencia artificial diseñado para realizar una serie de tareas por su cuenta y sin la ayuda del ser humano como hacer una reserva en un restaurante, marcar una fecha en el calendario o recoger y mostrar información a los usuarios.

3. Metodología

3.1 Estrategia general de observación

En el presente trabajo, nuestro objeto de estudio es la interpretación mediante aparatos electrónicos, en particular mediante aplicaciones para teléfonos inteligentes. Aunque Google Translator y Microsoft Translator comparten características, elegí la que, bajo mi punto de vista, era la más completa, manejable y sencilla de utilizar. Ambas permiten la traducción de textos, de audios, imágenes y de conversación, pero sólo Microsoft Translator permite el modo conversación a distancia, es decir que no es necesario que ambos usuarios estén geográficamente en el mismo sitio.

El modo de empleo es simple: dos usuarios deben tener en sus dispositivos móviles la aplicación de Microsoft Translator; el usuario 1 crea una conversación, para ello escribe su nombre y el idioma en el que va a hablar, para añadir a la conversación al usuario 2 simplemente tiene que compartir el código de la sala (5 letras mayúsculas) o un código QR que deberá escanear, después también tendrá que escribir su nombre y el idioma que va a hablar. Una vez dentro de la conversación, se puede añadir a un tercer usuario si así se desea. La conversación puede iniciarse cuando el usuario 1 o 2 pulse sobre el icono del micrófono.

Para obtener todos los datos posibles, en ambos teléfonos móviles se activarán las casillas “mostrar texto original”, “mostrar mensajes parciales” y “mensajes en reproducción automática” que se encuentran en la pestaña de configuración. Una vez hecho esto, nos hemos asegurado de tres cosas:

- (1) Todo lo que se diga en el idioma A será transcrito en el idioma A, así se puede comprobar qué ha reconocido y qué va a traducir exactamente la aplicación.
- (2) Todo lo que se diga en el idioma B podrá verse en idioma A y a su vez, en letra más pequeña en idioma B, así comprobaremos si la traducción es correcta.
- (3) Después de cada intervención de cada usuario, la aplicación emitirá la traducción en alto en pocos segundos.

El idioma B de este trabajo es el alemán, y el idioma A es el español, por lo tanto, estudiaremos las traducciones que ofrece la aplicación del alemán al español, así que contamos con un hablante (no nativo) de alemán, y tres hablantes (nativos) españoles. Ninguno de los hispanohablantes habla, lee o entiende alemán. Es importante resaltar este dato ya que si la aplicación no traduce adecuadamente, ninguno de los hablantes podrá entender qué se quería decir originalmente, ya que

si saben algo de alemán podrían intentar traducir ellos mismos y alterar los resultados, lo que se pretende es que no haya ningún tipo de intervención.

El dominio que se ha elegido es el turismo. Estas aplicaciones móviles están creadas explícitamente para facilitar la comunicación entre usuarios que en gran parte son turistas extranjeros. Se han elaborado tres guiones de conversación distintos para cada uno de los hablantes, cada uno con alguna dificultad tanto lingüística como del entorno (polisemia, palabras que pertenecen a una determinada cultura, pausas largas, alargamiento vocálico, muletillas...etc.). A continuación, se adjuntan los tres guiones en alemán y su respectiva traducción al español:

CONVERSACIÓN 1	
ALEMÁN	ESPAÑOL
Hallo, mein Name ist Samantha und ich bin gerade in Spanien angekommen.	Hola, me llamo Samantha y acabo de llegar a España.
Ich möchte Alicante besuchen.	Me gustaría visitar Alicante.
Die Strände und Buchten sind wunderschön.	Las playas y las calas son preciosas.
Mir wurde empfohlen, den Postiguet Strand zu besuchen.	Me han recomendado visitar la Playa del Postiguet.
Vielen Dank für die Informationen.	Gracias por la información.

CONVERSACIÓN 2	
ALEMÁN	ESPAÑOL
Ich möchte zum Schloss Santa Barbara gehen, bitte, kannst du mir sagen, wie ich dorthin komme?	Quiero ir al castillo de Santa Bárbara, por favor, ¿puedes decirme cómo llegar hasta ahí?
Kennst du noch ein anderes interessantes Schloss?	¿Conoces algún otro castillo interesante?
Ich habe das Gefühl, dass Alicante ein charmanter Ort voller Geschichte ist.	Tengo la sensación de que Alicante es un lugar encantador lleno de historia.
Ich muss zum Rathaus von Alicante, ich habe ein Taxi gerufen, aber ich weiß nicht, wie die Adresse lautet. Könnten Sie mir die Adresse nennen?	Tengo que ir al ayuntamiento de Alicante, he llamado a un taxi, pero no sé cuál es la dirección. ¿Me puedes decir la dirección?
Vielen Dank, dass du mir geholfen hast!	¡Muchas gracias por ayudarme!

CONVERSACIÓN 3	
ALEMÁN	ESPAÑOL
Hallo, welcher Katamaran könnte mich nach die Insel Tabarca fahren?	Hola, ¿cuál es el catamarán que me podría llevar a la Isla de Tabarca?
Nach meinem Verständnis ist die Insel Tabarca elf Seemeilen von der Stadt Alicante entfernt.	Según tengo entendido la Isla de Tabarca está a once millas náuticas de la ciudad de Alicante. Buena respuesta
Nach dem, was ich gelesen habe, war es in der Vergangenheit ein Zufluchtsort für Berberpiraten.	Según he leído, en el pasado fue un refugio de piratas berberiscos.
Auf der Insel möchte ich die Buchten und Strände besuchen. Ich möchte auch den Caldero essen. Gestern habe ich die Paella probiert, es ist lecker!	En la isla, me gustaría visitar las calas y las playas. También me apetece comer el Caldero. Ayer probé la Paella, ¡está buenisima!
Wenn ich zurückkomme, gehe ich mit meinen Freunden auf ein Bier. Bist du dabei?	Cuando vuelva, iré con mis amigos a tomar una cerveza ¿te apuntas?
Bis später dann!	¡Hasta luego!

El proceso es simple, se iniciará cada dialogo con el objetivo de mantener una conversación fluida mediante la aplicación móvil. En caso de que la aplicación móvil no reconozca algunas palabras de la oración o la oración en sí, se repetirá un máximo de tres veces; si no reconoce en ninguna de las repeticiones, se modificará mínimamente la oración para poder seguir con la prueba. Una vez terminada la prueba, se recopilarán los datos más relevantes y se expondrán en una tabla junto a sus respectivos comentarios. Finalmente, para evaluar la efectividad de la aplicación móvil, los sujetos responderán a una encuesta de satisfacción.

3.2 Resultados

A continuación, se ofrecen todos los datos obtenidos tras realizar las pruebas con los sujetos.

CONVERSACIÓN 1			
ORIGINAL LENGUA B	RECONOCIMIENTO LENGUA B	TRADUCCIÓN LENGUA A	COMENTARIOS
Hallo, mein Name ist Samantha und ich bin gerade	Hallo, mein Name ist Samantha und ich bin <u>grade</u> in Spanien angekommen.	Hola, me llamo Samantha y acabo de llegar a España.	No ha reconocido “grade”, lo ha transcrito como “grade” pero no ha

in Spanien angekommen.			afectado a la traducción.
Ich möchte Alicante besuchen.	Ich möchte Alicante besuchen.	Me gustaría visitar Alicante.	
Die Strände und Buchten sind wunderschön.	Die Strände und Buchten sind wunderschön.	Las playas y las calas son preciosas.	
Mir wurde empfohlen, den <u>Postiguet</u> Strand zu besuchen.	Mir wurde empfohlen, den <u>Posterjet</u> Strand zu besuchen.	Me recomiendan del <u>Posterjet</u> playa visitar.	No reconoce “Postiguet” como nombre propio y lo transcribe de manera que la pronunciación sea similar. Tras el tercer intento, la traducción sigue siendo errónea y sin sentido, así que se modifica la frase cambiando “playa del Postiguet” por “Los Arenales del Sol” *.
*Mir wurde empfohlen, den <u>Arenales del Sol</u> zu besuchen.	Mir wurde empfohlen, <u>Arena Sonne</u> zu besuchen.	Me han recomendado visitar <u>Sonne Sand</u> .	En este caso tampoco reconoce “Los Arenales del Sol” como nombre propio, reconoce las palabras Arena y Sonne y como resultado, la traducción resulta sinsentido.
Vielen Dank für die Informationen.	Vielen Dank für die Informationen.	Gracias por la información.	

CONVERSACIÓN 2			
ORIGINAL LENGUA B	RECONOCIMIENTO LENGUA B	TRADUCCIÓN LENGUA A	COMENTARIOS
Ich möchte zum Schloss Santa Barbara gehen, <i>emm...</i> bitte, kannst du mir sagen, wie ich dorthin komme?	Ich möchte zum Schloss <u>Santaverde</u> gehen, bitte, kannst du mir sagen, wie ich dorthin komme.	Quiero ir al castillo de <u>Santa-verde</u> , por favor puedes decirme como llegar ahí.	No reconoce “Santa Bárbara” como nombre propio en ninguno de los tres intentos, reconoce “Santaverde”, por lo tanto, la traducción es errónea. Tampoco reconoce la oración como una pregunta, sin embargo, la traducción final tiene sentido (a excepción de Santaverde). Ni reconoce ni transcribe la muletilla “emm”.
Kennst du noch ein anderes interessantes Schloss?	Kennst du noch ein anderes interessantes Schloss.	Conoces otro castillo interesante	No reconoce el tono interrogativo de la oración, pero la traducción final tiene sentido.
Ich habe das Gefühl, dass Alicante ein charmanter Ort voller Geschichte ist.	Ich habe das Gefühl, dass <u>alle ghante</u> ein charmanter Ort voller Geschichte ist.	Tengo la sensación <u>alle ghante</u> encantador lleno de historia <u>lugar</u> .	No reconoce Alicante como nombre propio y la traducción resulta un sinsentido, ya que también coloca “lugar” al final de la oración. En el segundo intento* sí reconoce Alicante.
*Ich habe das Gefühl, dass Alicante ein charmanter Ort voller	Ich habe das Gefühl, dass Alicante ein charmanter Ort voller Geschichte ist.	Tengo la sensación. Alicante es un lugar encantador y lleno de historia.	Separa la oración original en dos, pero la traducción final tiene sentido.

Geschichte ist.			
Ich muss zum Rathaus von Alicante, <i>umm...</i> ich habe ein Taxi gerufen, aber, <i>emm...</i> ich weiß nicht, wie die Adresse lautet. Könnten Sie mir die Adresse nennen?	Ich muss zum Rathaus von Alicante, ich habe ein Taxi gerufen, aber ich weiß nicht, wie die Adresse lautet. Könnten Sie mir die Adresse nennen.	Tengo que ir al ayuntamiento de Alicante, ya he llamado a un taxi, pero no sé cuál es la dirección. Puedes me dime la dirección.	La última oración no la reconoce como interrogativa, y pese a que la traducción es errónea gramaticalmente hablando, se puede entender. Las muletillas no suponen ningún problema.
Vielen Dank, dass du mir geholfen hast!	Vielen Dank, dass du mir geholfen hast!	¡Muchas gracias por ayudarme!	

CONVERSACIÓN 3			
ORIGINAL LENGUA B	RECONOCIMIENTO LENGUA B	TRADUCCIÓN LENGUA A	COMENTARIOS
Entschuldigung, <i>emm</i> welcher Katamaran könnte mich nach die Insel Tabarca fahren?	Entschuldigung, welcher <u>Katamaran</u> könnte <u>Insel Taco barken</u> fahren.	<u>Lo siento</u> , <u>Katamaran</u> que me podría llevar a la <u>Taco barken Island de</u> .	Traduce “entschuldigung” como “lo siento” en vez de “perdona” o “disculpa”. No se transcribe la muletilla “emm”. No reconoce el tono interrogativo de la oración. Tampoco reconoce en ninguno de los intentos “Tabarca” como nombre propio y lo traduce como “Taco barken Island”, lo

			cual lleva a un sinsentido total en la traducción. No traduce “Katamaran” Se modifica la oración*
*Hallo, welcher Katamaran könnte mich nach die Insel Tabarca fahren?	Hallo, welcher <u>Katamaran</u> könnte mich nach die Insel Tabarca fahren?	Hola, ¿qué <u>Katamaran</u> me puede llevar a la isla Tabarca?	Reconoce el tono interrogativo de la oración, pero sigue sin traducir “Katamaran”. Reconoce “Tabarca” como nombre propio. La traducción final es comprensible.
Nach meinem Verständnis ist die Insel Tabarca elf Seemeilen von der Stadt Alicante entfernt.	Nach meinem Verständnis ist die Insel Tabarca elf Seemeilen von der Stadt Alicante entfernt.	Según tengo entendido. La Isla de Tabarca está a once millas náuticas de la ciudad de Alicante.	Separa la oración en dos, pero la traducción final tiene sentido.
Nach dem, was ich gelesen habe, (...) war es in der Vergangenheit ein <i>Zuflucht</i> -Zufluchtsort für Berberpiraten.	Nach dem, was ich gelesen habe, war es in der Vergangenheit ein <u>Zufluchtsort</u> für <u>Berberpiraten</u> .	Por lo que he leído, en el pasado era un refugio de piratas berberiscos.	Ha reconocido “Berbenpiraten” en vez de “Berberpiraten”, pero no ha afectado a la traducción final. La palabra “Zufluchtsort” fue repetida, pero no supuso ningún problema para la traducción. También hubo una pausa (...) que no afectó ni al reconocimiento de voz ni a la traducción.

Auf der Insel möchte ich die Buchten und Strände besuchen. Ich möchte auch den Caldero essen. Gestern habe ich die Paella probiert, es ist lecker!	Auf der Insel möchte ich die <u>Buchten</u> und <u>Strände</u> besuchen. Ich möchte auch den <u>Kaleb dron</u> essen. Gestern habe ich die <u>bei ihr</u> probiert, es ist lecker!	La isla, me gustaría visitar las <u>bahías</u> y las <u>playas</u> . También quiero comer <u>Caleb dron</u> . Ayer <u>para ella</u> <u>probado</u> , ¡está buenísimo!	No reconoce ni “Caldero” ni “paella” en ninguno de los intentos. En la traducción, no traduce “en la isla”. En esta ocasión, en vez de traducir “calas” traduce por “bahías”. La traducción de la segunda frase resulta un sinsentido total en todos los intentos.
Wenn ich zurückkomme, gehe ich mit meinen Freunden auf ein Bier. Bist du dabei?	Wenn ich zurückkomme, gehe ich mit <u>meiner Freundin</u> auf ein Bier. Bist du dabei.	Cuando vuelva, iré con <u>mi novia</u> a tomar una cerveza. Estás ahí.	No reconoce “meinen Freunden” y lo cambia por “meiner Freundin”, por lo tanto, cambia el sentido de la oración. La segunda oración no la reconoce como una pregunta, y además cambia totalmente el sentido, ya que en vez de “¿te apuntas?” traduce “estás ahí”. En el segundo intento reconoce la oración correctamente.
Bis später dann!	Bis später dann?	Hasta luego?	Cambia la exclamación por la interrogación, cambiando el sentido de la oración final.

3.3 Discusión de los resultados

Tras realizar las tres pruebas, los sujetos realizaron una encuesta de satisfacción para evaluar la eficacia de la aplicación móvil. Los sujetos tenían que responder a cuestiones relacionadas con la velocidad, la calidad de las traducciones y la manejabilidad entre otras. La forma de evaluación consistía en marcar con una X una de las casillas según el grado de satisfacción que haya experimentado mientras utilizaba la aplicación además de una casilla de recomendación y otra de comentarios. A continuación adjuntaré los tres cuestionarios:

CUESTIONARIO SUJETO 1 CONVERSACIÓN 1					
	Excelente	Buena	Regular	Mala	Pésima
Calidad de las traducciones al español		X			
Calidad de la voz artificial de la aplicación	X				
Calidad del reconocimiento de voz		X			
Manejabilidad de la aplicación	X				
Velocidad		X			
¿Recomendaría esta aplicación móvil?	SI			NO	
	X				
Comentarios	La aplicación funciona bien, pero el hecho de que no pueda traducir nombres propios dificulta la comunicación.				

CUESTIONARIO SUJETO 2 CONVERSACIÓN 2					
	Excelente	Buena	Regular	Mala	Pésima
Calidad de las traducciones al español		X			
Calidad de la voz artificial de la aplicación	X				
Calidad del reconocimiento de voz				X	
Manejabilidad de la aplicación	X				
Velocidad			X		

¿Recomendaría esta aplicación móvil?	SI	NO
	X	
Comentarios	Algunas oraciones eran imposibles de comprender y repetirlas era algo tedioso. La calidad y la velocidad de Internet también influía, tardaba en reconocer la voz y en traducir el mensaje.	

CUESTIONARIO SUJETO 3 CONVERSACIÓN 3					
	Excelen- te	Bue- na	Regu- lar	Mala	Pési- ma
Calidad de las traducciones al español				X	
Calidad de la voz artificial de la aplicación	X				
Calidad del reconocimiento de voz			X		
Manejabilidad de la aplicación	X				
Velocidad			X		
¿Recomendaría esta aplicación móvil?	SI			NO	
				X	
Comentarios	Las traducciones en muchas ocasiones no tenían sentido, repetirlas tantas veces hacía que la conversación fuera muy complicada.				

A partir de las pruebas realizadas y de las encuestas de satisfacción a los sujetos, redactaré un listado con los datos más relevantes que he obtenido.

Microsoft Translator - Aplicación móvil

Traducción:

- En general, las traducciones obtenidas en las tres conversaciones eran comprensibles, pero no eran gramaticalmente correctas.
- Nombres propios tales como “Postiguet”, “Los Arenales del Sol”, “Santa Bárbara”, “Alicante”, “Tabarca”, “Caldero” o “Paella” suponían un pro-

blema para la aplicación, pues no los reconocía y transcribía palabras similares.

- Separaba las oraciones en dos cuando no era pertinente, aunque en las ocasiones que lo ha hecho, no afectaba al sentido de la oración original.
- Cuando traduce “Entschuldigung” no lo hace en el sentido correcto, ya que lo traduce como “lo siento” y no como “disculpa” o “perdona”.
- En una ocasión cambia el sentido, en vez de traducir “con mis amigos” (mit meinen Freunden) traduce “con mi novia” (mit meiner Freundin).
- No traduce la palabra catamarán, la deja en alemán (katamaran).

Voz artificial:

- La voz generada por la aplicación era totalmente clara y comprensible.

Reconocimiento de voz:

- Omitía correctamente algunas pausas, repeticiones (*Zuflucht*-*Zufluchtsort*) y muletillas (emm, umm...) que se realizan con frecuencia en cualquier situación comunicativa real.
- No reconocía en algunas oraciones el tono interrogativo o exclamativo de las oraciones, aunque este hecho no afectó en gran medida a la traducción final.
- Cuando la aplicación no reconoce alguna palabra, utiliza otra que se pronuncia similar, por ejemplo, “Alicante” la reconoce como “alle ghante”, y la pronuncia como “alə'kante”.
- Cuando no reconoce algunas palabras, como por ejemplo “meinen Freunden”, afectan al sentido de la oración, ya que en vez de “amigos”, traduce “novia”.

Manejabilidad:

- La aplicación tiene un modo de empleo muy sencillo.

Velocidad:

- La calidad del reconocimiento de voz y de la traducción dependen altamente de la calidad y de la velocidad de Internet.

4. Conclusiones

En el presente TFG se han estudiado el funcionamiento de traductores automáticos de voz, es decir, los sistemas de traducción clásica o en cascada y los que traducen de voz a voz. En la traducción clásica se llevan a cabo mediante el

reconocimiento de voz, la traducción automática y la conversión del texto traducido en habla. Los sistemas que traducen directamente de voz a voz utilizan redes neuronales y un codificador de altavoces.

En cuanto a la traducción automática, se ha distinguido entre dos tipos de TA basada en corpus, la estadística que utiliza el aprendizaje automático y la neuronal que combina la inteligencia artificial con los algoritmos neuronales. Traducir automáticamente un texto escrito se diferencia mucho de un texto que se ha realizado de manera oral, ya que el texto escrito tiene marcas gramaticales y el oral está orientado al diálogo, es decir que depende no solo del hablante si no de la situación de este.

Algunos proyectos relacionados con la traducción automática de voz son JANUS (finales de los ochenta y principios de los noventa), C-STAR (1991) y Verbmobil (2000) entre otros. De entre las aplicaciones móviles para traducir automáticamente, se ha redactado un listado con algunas de las características de estas. Dichas aplicaciones son Google Translate, Microsoft Translator, Google Translatotron, Skype Translator, etc. Aparte de aplicaciones, también se han descrito dispositivos como Pilot, Travis Touch, Google Píxel Buds, etc.

De entre esas aplicaciones para teléfonos móviles, se escogió Microsoft Translator como objeto de estudio. La estrategia general de observación para evaluar consistía en elegir un dominio concreto para las conversaciones, en este caso el turismo y establecer un par de lenguas (la lengua B alemán y la lengua A español). Se crearon tres conversaciones y se probaron con tres sujetos distintos que no entienden, leen ni hablan en alemán. A partir de esas conversaciones, se analizó detenidamente el reconocimiento de la lengua B y la respetiva traducción a la lengua A. Después los sujetos realizaron un cuestionario del que se obtuvieron varios datos: la traducción en general es buena, la calidad de la voz artificial de la aplicación es excelente, la calidad del reconocimiento de voz es mejorable, la manejabilidad de la aplicación es excelente y la velocidad del reconocimiento de voz y de la traducción dependen de la calidad de la cobertura y de internet. En esencia, pese a la utilidad y la sencillez de la aplicación, todavía hay muchos aspectos que mejorar en ese ámbito, ya que como se ha podido comprobar, a mayor dificultad en la conversación, más posibilidades habrán de obtener resultados erróneos. Es imprescindible aclarar que este ha sido un estudio piloto. Para poder obtener resultados concluyentes, se debería usar varios sujetos para cada conversación, no sólo uno, además de varios sujetos que hablen en alemán.

5. Bibliografía

Babiloni, Amparo (Xataka) (2018) “Travis Translator, lo hemos probado: la promesa cumplida de la traducción instantánea” Versión electrónica <<https://www.xataka.com/analisis/travis-translator-lo-hemos-probado-la-promesa-cumplida-de-la-traduccion-instantanea>>

Casacuberta Nolla, Francisco & Peris Abril, Álvaro (2017) “Traducción automática neuronal” Versión electrónica <https://revistes.uab.cat/tradumatica/article/view/n15-casacuberta-peris/pdf_48>

Delgado, Antonio (GEEKNETIC) (2018) “Review Traductor Portátil Travis Touch” Versión electrónica <<https://www.geeknetic.es/Review/1558/Review-Traductor-Portatil-Travis-Touch.html>>

Forcada, Mikel L., Sánchez Martínez, Felipe & Pérez-Ortiz, Juan Antonio (2017) “Manual de informática y de tecnologías para la traducción” páginas 152, 174 – 181. Versión electrónica <<https://www.dlsi.ua.es/~fsanchez/pub/pdf/librett-2016-v0.9.2-es.pdf>>

Ibáñez, Álvaro “Alvy” (EL PAÍS, TECNOLOGÍA) (2017) “Pilot, el auricular inteligente que traduce conversaciones en (casi) tiempo real.” Versión electrónica <https://elpais.com/tecnologia/2017/01/10/actualidad/1484039818_858363.html>

Jia, Ye & Weiss, Ron (Google AI Blog) (2019) “Introducing Translatotron: An End-to-End Speech-to-Speech Translation Model” Versión electrónica <<https://ai.googleblog.com/2019/05/introducing-translatotron-end-to-end.html>>

Llisterri, Joaquim (2019) “La traducción automática del habla” Versión electrónica <http://liceu.uab.es/~joaquin/speech_technology/tecnol_parla/dialogue/speech_translation/traduccion_oral.html>

Merino, Marcos (Xataka) (2019) “Google Translatotron: una tecnología que traduce la voz de un idioma a otro directamente, sin convertirla antes en texto” Versión electrónica <<https://www.xataka.com/inteligencia-artificial/google-translatotron-tecnologia-que-traduce-voz-idioma-a-otro-directamente-convertirla-antes-texto>>

Niehues, Jan (2018) “Speech Translation” Versión electrónica <<https://ufal.mff.cuni.cz/mtm18/files/05-speech-translation-jan-niehues.pdf>>

Oliveira, Joana (OpenMind Humanidades - Comunicación) (2018) “La tecnología de traducción simultánea, cada vez más cerca” Versión electrónica <<https://www.bbvaopenmind.com/humanidades/comunicacion/la-tecnologia-de-traduccion-simultanea-cada-vez-mas-cerca/>>

Sánchez, J.M. (ABC SOFTWARE) (2019) “Así es Google Translatotron: el primer traductor simultáneo que puede imitar tu voz” Versión electrónica <https://www.abc.es/tecnologia/informatica/software/abci-google-translatotron-primer-sistema-traduce-sin-convertirla-texto-201905161135_noticia.html>

Varios autores (ABC Tecnología) (2015) “¿Qué es una API y para qué sirve? Versión electrónica <<https://www.abc.es/tecnologia/consultorio/20150216/abci-201502132105.html>>

Varios autores (APALON) (2019) “TRANSLATION REIMAGINED SPEAK & TRANSLATE” Versión electrónica <https://www.apalon.com/speak_and_translate.html>

Varios autores (elEconomista.es) (2016) “¿Qué son exactamente los chatbots y para qué sirven?” Versión electrónica <<https://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/7488529/04/16/Que-son-exactamente-los-chatbots-y-para-que-sirven.html>>

Varios autores (Microsoft) (2019) “Traducción automática” Versión electrónica <<https://www.microsoft.com/es-es/translator/business/machine-translation/>>

Varios autores (The New Now, La tecnología para construir el futuro) (2018) “Cómo el Machine Learning cambiará tu empresa” Versión electrónica <<https://www.thenewnow.es/negocio/machine-learning-cambiara-empresa/>>

Varios autores (The New Now, La tecnología para construir el futuro) (2017) “Sistemas de traducción simultánea inteligente” Versión electrónica <<https://www.thenewnow.es/tecnologia/sistemas-de-traduccion-simultanea-inteligente/>>

Varios autores (ubiQus) (2017) “¿Qué es la interpretación simultánea y cuándo se debe contar con un intérprete?” Versión electrónica <<https://www.ubiquis.es/interpretacion-simultanea-definicion/>>

Varios autores (WABERLYLABS) (2019) “Pilot Smart Earbuds, Language translation, music streaming and portability” Versión electrónica <<https://www.waverlylabs.com/pilot>>

Varios autores, (Carnegie Mellon University, School of Computer Science) (1999)
“Statistical Machine Translation” Versión electrónica
<<http://www.cs.cmu.edu/~abberger/mt.html>>